Die Halswirbelfrakturen

bei Schwimmsportverletzungen

Harald Hauser

Druck: Anneliese Schubert, München 5, Corneliusstraße 21, Telefon 21777

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555216_0012

AUS DER NEUROCHIRURGISCHEN ABTEILUNG (E. WEBER)
DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. E. K. FREY

DIE HALSWIRBELFRAKTUREN BEI SCHWIMMSPORTVERLETZUNGEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Harald Hauser

aus München

München 1958

R. UNIV. BIBLIOTHEEK

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Privat-Dozent Dr. E. WEBER
Mitberichterstatter: Professor Dr. E. K. FREY
Dekan: Professor Dr. W. BÜNGELER

Tag der mündlichen Prüfung: 13. 6. 1958

Im Schwimmsport ist der Kopfsprung eine sehr beliebte und verbreitete Art, sportlich und elegant in das Wasser zu gelangen. Häufig geschieht das ohne vorherige Orientierung, ob die Wassertiefe dafür auch ausreichend genug ist. So kommt es vor, dass der Springer mit dem Kopf am Boden aufstösst. Hierbei treten Halswirbelfrakturen oder -luxationen mit verschiedenen Bruchlinien auf. Um die Schwere des Unfalls völlig beurteilen und seine möglichen Folgen begutachten zu können, ist eine genaue Kenntnis des Unfallherganges in seinen einzelnen Phasen und der sich daraus ergebenden Brucharten notwendig. Nur so lässt sich ableiten, von welchen Seiten des Wirbelkanals dadurch das Rückenmark geschädigt wird. Die Mitbeteiligung des Rückenmarkes in diesem Abschnitt ist die schwerste und meist tödliche Komplikation der Wirbelverletzungen. An Hand von 8 Fällen aus der neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik in München und 28 Fällen der zugänglichen Literatur wird gezeigt, ob bei bevorzugtem Mechanismus eine einheitliche Bruchart vorherrscht, in welcher Weise das Rückenmark hierbei mitbeteiligt wird und welche Behandlungsmethoden anzuwenden sind.

Folgende B r u c h a r t e n sind beschrieben: Hyperflexionsfraktur, Stauch- und Kompressionsfraktur, Luxationsfraktur, Hyperextensionsfraktur und sagittaler Längsbruch (EXNER).

In der Literatur überwiegen eindeutig Hyperflexions- und Stauch- und Kompressionsfrakturen, weil alle Gewalteinwirkungen in der Längsachse der Wirbelsäule zwangsläufig mit einer Beugungswirkung gekoppelt sind. Dieser Beugungseinfluss entsteht 1. aus der Krümmung der Wirbelsäule an sich, und ist 2. in der Lagerung der Schwerpunktslinie des Körpers vor der Wirbelsäulenachse begründet. Diese Beugung muss sich an den Stellen am stärksten auswirken, wo diese Bewegungsmöglichkeit beschränkt ist oder abgebremst wird, wie z.B. beim Übergang der unteren Halswirbelsäule zur Brustwirbelsäule (HELLNER). Dies erklärt auch die Häufigkeit der Frakturen der 4. - 6. Halswirbel.

HELLNER nennt die Hyperflexionsfraktur eine ganz charakteristische Verletzung der nichtgeübten Springer. Dieser springt meist in schlechter Haltung und zu steil, wobei der Kopf gebeugt und eingezogen und ein Katzenbuckel gemacht wird. Die Gefahr einer Hyperflexionsfraktur ist dann sehr gross. FERVERS dagegen hält die Flexionsfrakturen charakteristisch für geübte Springer, weil sie die notwendige Aufrichtung des Kopfes zur Herbeiführung der Aufwärtsbewegung des Körpers unterliessen oder nicht mehr ausführen konnten. Für Geübte und Nichtgeübte ist die Ausgangsstellung bei Beginn der Gewalteinwirkung eine nach ventral flektierte Halswirbelsäule. Da der Körper sich beim flachen Startsprung mit erheblicher Geschwindigkeit nach vorwärts bewegt und in Rumpf und Beinen fast zur Geraden gestreckt gehalten wird, muss sich bei einem Abbremsen des flektierten Kopfes die Gewalt zwangsläufig in der schon gebeugten Halswirbelsäule auswirken und so zur Flexionsfraktur führen. Die B r e m s w i r k u n g wird durch die Bodenbeschaffenheit bestimmt, Sand, Kies oder Zement. Der Kopf kann gleichsam festgehalten und auf dem Boden abgerollt werden, sodass auch bei einer schweren Wirbelfraktur äusserlich sichtbare Verletzungsfolgen am Kopf fehlen können. Bei der Rekonstruktion einer derartigen Hyperflexion konnten wir feststellen, dass das Kinn gegen die Vorderfläche des Halses gedrückt wird, was vielleicht die sehr häufig auftretenden Brüche des 4. - 6. Halswirbels erklärt. (Siehe Abbildung 1).

Der Einfluss und die Auswirkung dieser Beugung auf die einzelnen knöchernen Anteile der Wirbelsäule ist verschieden, je nach ihrer Funktion als nur stützendes und tragendes Gebilde. Vorn gelegen ist die unpaare tragende aus Wirbelkörper und Bandscheiben gebildete Säule, dahinter zu beiden Seiten angeordnet, die Doppelsäule, bestehend aus den durch Gelenke miteinander verbundenen Proc. articulares. Elastischer, aber durch die Spongiosastruktur der Wirbelkörper auch weniger resistent, ist die vordere Säule; dabei werden die Bandscheiben durch die ungewohnt grosse Belastung zerquetscht (HENLE). Die Knochenstruktur der Bögen und der Gelenkfortsätze ist dagegen wesentlicher fester und stärker. Beim Fall auf den Kopf kommt es durch die starke Beugungskomponente zu einem Zusammenpressen der spongiösen Wirbelkörper. Der pathologisch anatomische Zustand ist hierfür meist folgender: Der vordere untere Rand des betroffenen Wirbelkörpers ist abgesprengt und nach vorne dislociert, während der hintere untere Rand abgesprengt und gegen den Spinal-

Abbildung 1

kanal verschoben wird. Die Höhe des zerstörten Wirbelkörpers verringert sich dadurch um ca. 1/3. So entsthet ein Gibbus der Halswirbelsäule (SCHNEIDER und KAHN). Die Wirbelbögen müssen sich bei der Stauchung bis zur Hemmung durch die starken Ligamenta intra- und supraspinalia spreizen. Ihr festes Material widersteht eher der Kraft als die Spongiosa des Wirbelkörpers (HELLNER). Eine sehr grosse Kraft kann aber bei der Flexionsfraktur auch die Wirbelbögen abreissen, da die starken Ligamenta die Proc. spinosi zusammen halten und fixieren, ohne zu zerreissen (HARBITZ). Eine Zerreissung der genannten Bandverbindung ist n i c h t beschrieben.

Es wird also deutlich, dass bei Hyperflexionsfrakturen neben der Wirbelkörperkompression der Wirbelbruch eine grosse Rolle spielt. HELLNER beschreibt das gekoppelte Auftreten von Wirbelbögen- mit Hyperflexionsfrakturen: "Wenn eine starke Gewalt über das Mass der Wirbelkörperkompression noch hinaus einwirkt, so kann sie auch zu Gelenkfortsatz- und Bogenbruch führen. Dies geschieht meist in einer Art Bogensprengung, bei welcher die schwere Rückenmarksschädigung unvermeidlich ist."

Der Bruchvorgang bei der Hyperflexionsfraktur ergibt sich also zunächst aus der Stauchung der Wirbelkörper und zwar hauptsächlich der vorderen Kanten. Der anatomische Zustand bei geringerer Gewalteinwirkung, welche sich schon hier erschöpft, ist dann Verschmälerung im seitlichen Röntgenbild, Vorderkantenabbruch, eventuell mit keilförmigem Knochenstück vor der volaren Fläche des Wirbelkörpers. (Zurückzuführen auf die zylindrische Form des Wirbelkörpers). Geht die Gewalteinwirkung noch weiter. so werden durch die übermässige Flexion und jetzt sich verstärkende Stauchung die Gelenkfortsatzverbindungen oder die Bögen gebrochen oder gesprengt. Eine mehr oder weniger ausgeprägte Luxation der Halswirbelsäule ist dann die Folge, welche mit Rückenmarksschädigung einhergeht. Bei dem am häufigsten vorkommenden Bruchmechanismus, nämlich übermässiger Beugungsfraktur, wird das Rückenmark von allen Seiten bedroht, von den Bogenfragmenten, von den Gelenkfortsatzteilen und von der Hinterkante des luxierten Wirbels.

In diese Gruppe sind folgende Fälle einzuordnen:

F a l l 7 (EXNER): 30 jähr. Mann sprang mit einem Kopfsprung in zu seichtes Wasser. Querschnittslähmung ab C4. Rö.-Bilder geben keinen Anhalt auf knöcherne Verletzung. Lähmung bleibt unverändert, nach

4 Wochen Tod an Pneumonie. Sektion: Kompressionsbruch des 5. und 6. HWK und Impression der rechten Bogenhälfte von C5 gegen den Wirbelkanal.

F a l l 20 (LOHFELDT): 20 jähr. Mann stiess beim Kopfsprung in zu seichtes Wasser mit dem Mittelkopf auf dem Grund auf. Befund: Parese beider Arme, besonders des linken, Herabgesetztsein der Schmerzempfindlichkeit der unteren Körperhälfte bis zu den Mammilae, PSR auf beiden Seiten erhöht. Heftige Schmerzen im Nacken. Rö.-Bild: Fraktur des Körpers vom 4. HW, Absprengung eines dreieckigen Stückes, das völlig isoliert dicht vor dem Wirbelkörper liegt. Fragliche Fissur im Bogen des 4. HW. Die Proc. spinosi klaffen etwas weiter als normalerweise. 3 Wochen später ist der Kopf frei beweglich, wird etwas gebeugt und nach rechts gehalten, leichte druckschmerzhafte Prominenz im Nacken über dem 4. HW, geringe neurologische Ausfälle am linken Arm.

LOHFELDT, der diesen Fall veröffentlichte, beschreibt den Mechanismus der Absprengung der vorderen Kante: Bei dem Aufschlagen des Kopfes auf Grund ist eine kräftige Beugung der Halswirbelsäule, und zwar hauptsächlich in den Gelenken des 3. und 4. Halswirbels erfolgt. Die untere Kante des 3. Wirbelkörpers hat dabei ein Stück von der oberen Kante des Körpers des 4. Wirbels abgeschlagen oder abgepresst.

F a l l 29 (Eigener Fall): 18 jähr. Patient machte einen Kopfsprung in zu seichtes Wasser, sofortige Querschnittslähmung in Höhe von C7, keine Bewusstlosigkeit. Rö.-Befund: Keilförmige Verschmälerung des 6. HWK mit Verdichtung des Knochens. Leichte keilförmige Verschmälerung des 5. HWK. Beide Wirbel haben Gibbusstellung zueinander, wobei die dorsale Kante des 5. HW nach dorsal überragt. Subluxation des 4. HWK nach vorne. Behandlung: Flache Lagerung mit Fixierung des Kopfes zwischen Sandsäcken. Nach 8 Tagen ging die Querschnittslähmung in geringem Masse zurück, blieb aber doch weiter bestehen. Tod nach einem knappen Jahr an Cystopyelitis.

F a l l 12 (HELLNER): 14 jähr. Patient machte Kopfsprung in seichtes Wasser und schlug am sandigen Boden auf. Heftiger Schmerz, besonders bei Beugung und Drehung, musste den Kopf mit den Händen stützen. Erst nach 14 Tagen Klinikaufnahme: Es wird angegeben eine kurzdauernde lähmungsartige Schwäche des rechten Armes gehabt zu haben. Neurolo-

gisch kein Befund. Drehbewegung und Beugung nach vorne schmerzhaft, Gibbus und Druckschmerz in Höhe des 3. HW-Dornes. Rö.-Bild: Starke keilförmige Kompression des 4. HWK, Klaffen der Dornfortsätze des 3. und 4. HW. Hinterfläche des gebrochenen 4. HWK springt leicht gegen das Wirbelloch vor. Behandlung mit Glissonschwebe gute 3 Wochen lang, dann Massage. Bei der Entlassung frei beweglich, Überstrekkung beschränkt. Neurologisch o.B.

F a l l 35 (Eigener Fall): 24 jähr. Patient machte vom Bootssteg aus Kopfsprung in etwa 1 m tiefes Wasser. Die Arme habe er vorgestreckt, den Kopf etwas dorsal flektiert. Beim Aufschlag seien ihm die Arme abgeknickt und er sei mit dem Scheitel aufgekommen. (Platzwunde rechts am Scheitel). Nach hinten übergeschlagen sei er nicht. Er verspürte Schmerz rechts neben der Halswirbelsäule. Ventralflektion war nicht möglich, ebenso die Drehbewegung. Der Patient hielt den Kopf mit beiden Händen. Neurologisch kein pathologischer Befund. Röntgenaufnahme: Kompressionsbruch des 5. HWK sowie Fraktur an der Basis des Proc. spinosus. Keilförmige Verschmälerung der ventralen Wirbelkante; die Höhe des Wirbels ist um mehrere mm reduziert. Absprengung der ventral-caudalen Kante mit Verlagerung der Fragmente nach ventral unter Kippung. Etwa 10 Grad betragender Gibbus im Frakturbereich. Angedeutete geringgradige Verschiebung des 5. HWK nach dorsal. Therapie: 3 Tage Glissonzug, danach zur Vermeidung eines weiteren Abrutschens Anlegen eines Gipsverbandes. Neurologisch weiterhin keine Ausfälle.

Hierher gehören auch die 2 von SCHNEIDER und KAHN beschriebenen Fälle, deren Röntgenbefund schon oben angeführt wurde (siehe Seite 4).

Eine andere und meist mit der eben beschriebenen Bruchart kombinierte Bruchform ist der reine Stauchungs- und Kompressionsbruch. Man versteht darunter den Bruch der Wirbelkörper, der durch reine Längsstauchung o h n e Achsenknickung des Wirbelrohres zustande kommt (BÖHLER). Der Körper ist dann an seiner Vorder- und Hinterwand gleichmässig zusammengepresst und mitunter im queren Durchmesser verbreitert. Die Gelenk-, Quer-, und Dornfortsätze nähern sich dabei jenen der Nachbarwirbel. Auch hier finden sich gleichzeitige Gelenkfortsatz- und Bogenbrüche; die oberen Gelenkfortsätze des gebrochenen Wirbels können

Fall 35:

Abbildung 2

durch die Keilwirkung der unteren Gelenkfortsätze des nächst oberen Wirbels auseinandergetrieben und gebrochen werden. Sie können dabei allein oder mit dem Bogen brechen. BLUMENSAAT nennt für diese Bogenbruchart eine ganz charakteristische Stelle, nämlich die Interartikularportion. Auch quere Wirbelkörperbrüche betreffen nicht selten den Wirbelbogen und durchsetzen diesen häufig im Bereich des Zwischengelenkstückes (GOLD). COSTA und PEROTTI geben noch eine andere Erklärung für die Entstehung dieser mit Kompressionsbrüchen gekoppelten Wirbelbogenbrüche. Die Knochentrümmer, welche bei der Zerquetschung des Wirbelkörpers entstehen, müssen irgendwohin ausweichen. Aus anatomischen Gründen geschieht dies fast stets lateralwärts (SCHMORL-JUNGHANS). Entweder müssen dann die Fusspunkte der Bögen am Wirbelkörper abbrechen oder die Bögen selbst bersten.

Der anatomische Befund eines reinen Stauch- und Kompressionsbruches weist daher folgende charakteristische Erscheinungen auf: Bei gleichmässigem Zusammendrücken der Wirbelkörper in kranio-kaudaler Richtung findet man die Spongiosa sowohl ventral und dorsal zu beiden Seiten herausgequetscht. Bei schweren Kompressionsbrüchen ist der Ausbruch eines grösseren, dreieckig gestalteten Stückes von der oberen und vorderen Wirbelbegrenzung nahezu gesetzmässig. In selteneren Fällen sieht man ein hinteres Fragment oder mehrere Fragmente in Form einer Stückfraktur. Die leichteste Erscheinungsart des Kompressionsbruches ist der partielle Einbruch der kranialen Wirbelabschlussplatte.

Über die Häufigkeit der Stauchungs- und Kompressionsfraktur an der Halswirbelsäule herrscht keine Übereinstimmung. GOLD hält die Stelle, an der die untere Halswirbelsäule in die durch Rippen und Brustbein fixierte Brustwirbelsäule übergeht, für sehr günstig zur Entstehung von Kompressionsbrüchen. Im Widerspruch zu dieser Auffassung steht die Feststellung HENLE's, dass in der Halswirbelsäule die Biegsamkeit der Wirbelsäule und die Elastizität (grösste relative Höhe der Bandscheiben) am grössten ist und somit die Kompressionsbrüche sehr selten sind. Ganz allgemein muss man sagen, dass isolierte Kompressionsbrüche, d.h. durch reine Längsstauchung hervorgerufene Brüche im Bereiche der Halswirbelsäule selten sind. Bei den Schwimmsportverletzungen ist diese Bruchart sehr selten, weil der Sprung in ganz senkrechter Richtung und der Aufprall am Scheitel des Kopfes bei gestreckter, gerade gehaltener Halswirbelsäule ungewöhnlich ist. Beim Absprung aus grosser Höhe kann dies

jedoch leichter geschehen. Der charakteristischste Befund eines wirklichen Stauch- und Kompressionsbruches, die Splitter- und Stückfraktur, stellt eine beachtliche Bedrohung des Rückenmarkes dar.

Folgende Fälle zeigen charakteristische Befunde für diese Bruchart:

Fall 1 (ABELE): 21 jähr. Mann stiess beim Kopfsprung vom 1 1/2 m hohen Sprungbrett in 1 1/2 m tiefes Wasser senkrecht am Boden auf; mit völliger Lähmung wurde er nach 3 Minuten aus dem Wasser gezogen. Nach einer viertel Stunde kam die Kraft und das Gefühl wieder in die linke Körperhälfte. Neurologischer Befund: Brown-Sequardsche Lähmung, Urinverhaltung. Rö.-Befund: 5. und 6. Halswirbel sind verschmälert, der 5. etwas stärker. Die vordere Kante des 5. HWK ist als kleines Knochenstückchen abgebrochen. Die hinteren Abschnitte des 5. und 6. HWK sind abgestaucht und buckeln sich in den Wirbelkanal keilförmig vor. Diagnose: Kompressionsbruch des 5. und 6. HW, Splitterbruch am 5. HWK. Therapie: Lagerung im Flachbett. Extension mit Glissonscher Schlinge, Dauerkatheter, Analgetica. Verlauf: Nach der Behandlung von 2 Monaten waren die Erscheinungen von Seiten des Nervensystems vollständig zurückgegangen.

Fall 2 (BASSÈRES): Ein Mann hatte durch Sprung ins Wasser aus beträchtlicher Höhe einen Splitterbruch des 5. HW erlitten; durch Rückwärtsverschiebung eines Bruchstückes war eine Zertrümmerung des Rückenmarkes zustande gekommen.

Fall 11 (HELLNER, Fall 1): 21 jahr. Mann stiess beim Kopfsprung in 1 m tiefen Wasser am Grund auf. Zurückschwimmen war noch möglich. Schnell vorübergehende Benommenheit. Befund: Schlechte passive Beweglichkeit, keine Lähmungen. Rö.-Befund: Einbruch der oberen Schlussplatte des 6. HWK. Diagnose: Leichte Kompressionsfraktur des 6. HWK. Therapie: Glisson-Zug für 4 Wochen. Massage. Keine wesentlichen Beschwerden mehr, keine Bewegungseinschränkung. Neurologisch o.B.

Fall 23 (MOREAU): 28 jähr. Mann stösst bei einem Kopfsprung aus 3 m Höhe in 1 m tiefes Wasser mit dem Scheitel am Boden auf. Bewusstlos, kommt nach einer Stunde wieder zu sich. Die unteren Gliedmassen sind völlig, die oberen teilweise gelähmt, die Sphinkteren sind inkontinent, Anaesthesie bis zu den Brustwarzen. Rö.-Bild: Bruch des 5. HWK und des hinteren Bogens. Fieber. Tod nach einigen Tagen. Sektion: Das Rückenmark ist durch die Fragmente gedrückt.

F a l l 13 (HELLNER, Fall 3): 63 jähr. Patient machte Kopfsprung in zu seichtes Wasser und prallte mit dem Kopf am sandigen Boden auf. Sofort heftiger Schmerz, erreichte das Ufer aber mit eigener Kraft. Befund 2 1/2 Wochen später: Beweglichkeit der HWS leicht beschränkt. Keine Lähmungen. Rö.-Bild: Im a.p.-Bild 6. HWK rechts verschmälert. Linksskoliose der HWS mit Drehung der Dornfortsätze. Im seitlichen Bild deutliche Kompression des 6. HWK. Diagnose: Stauchbruch des 6. HWK. Behandlung: 3 Wochen Glisson-Zug, anschliessend Massage.

F a l l 33 (Eigener Fall): 21 jähr. machte Kopfsprung in ein zu seichtes Schwimmbecken. Beim Aufschlagen am Boden trat sofortige Lähmung ein und zwar schlaffe Lähmung der Beine, teilweise Lähmung der Arme, Blasen- und Mastdarmlähmung. Das Rö.-Bild zeigte 1 1/2 Jahr später Kompressionsfraktur des 6. HWK mit mässiger Gibbusstellung. Behandlung: Glisson-Zug, Gipsbett, Massage der Extremitäten. Jetzt Bein-Beckengips, in dem der Patient etwa eine Stunde stehen kann.

Eine noch stärkere Gewalteinwirkung mit Beugungskomponente führt zur Luxationsfraktur. Sie kommt durch den gleichen Bruchmechanismus zustande. HELLNER beschreibt die Entstehung der Luxationsfrakturen folgendermassen: "Wenn eine starke Beugung und eine noch stärkere Stauchung auf die Halswirbelsäule einwirkt, so wird es zur Luxationsfraktur kommen." Auch RUGE und ebenso MATTI betonen, dass die Verrenkungsbrüche an der Halswirbelsäule grundsätzlich den Gesetzen des Beugungsbruches unterliegen. Der zertrümmerte Wirbel rutscht nach vorne über seinen unteren Nachbarn herab. Eine Verrenkung nach hinten ist am Halse häufiger als weiter caudal.

Man spricht nach GARRÈ - STICH - BAUER von Luxationsfrakturen, wenn zu der Dislokation der Wirbelkörper- und Wirbelbogenbrüche noch eine Verschiebung in den Gelenken kommt. Bei Totalluxationsfrakturen ist der über der Verletzungsstelle gelegene Teil der Wirbelsäule in den Seitengelenken u n d an der Bruchstelle, also im ganzen verschoben. Beide sind die schwersten Formen der Wirbelsäulenverletzungen. HENLE unterscheidet bei den Luxationsfrakturen folgende 2 Arten: 1) Luxationskompressionsfraktur, wei welcher der gebrochene Körper seine Kontinuität im ganzen bewahrt, infolgedessen die Dislokation relativ gering bleibt. 2) Luxationsschrägfraktur, hier rutscht der luxierte Wirbel weiter nach vorne unter Mitnahme von Fragmenten des gebrochenen Wirbels (HENLE).

Luxationsfrakturen entstehen, wenn nach einem Kompressionsbruch durch Hyperflexion die Wucht des Stosses noch nicht erschöpft ist, sondern weiter wirkt. Dies ist umso leichter der Fall, je grösser die Beugungskomponente ist. Bei den Kopfsprüngen in zu seichtes Wasser, die ziemlich flach, meist vom Ufer aus erfolgen, ist dies besonders häufig der Fall. Der gebeugte Kopf wird am kiesigen oder sandigen Boden fixiert; die Wucht der bewegten Masse des Körpers wirkt weiter, sodass die Halswirbelsäule über den schon keilförmig deformierten Wirbel nach vorne rutscht. Häufig wird der komprimierte Wirbel nach dorsal abgedrückt. Das Rückenmark befindet sich hierbei in höchster Gefahr, denn es wird breitflächig durch die Wirbelkörperhinterkanten oder die noch nicht gebrochenen Wirbelbögen komprimiert oder abgeschert.

Dieser Wirbelbruchart sind folgende Fälle zuzuordnen:
F a l l 22 (MARCUSE Fall 2): 18 jähr. Mann machte Kopfsprung in zu seichtes Wasser, heftige Schmerzen im Nacken, hochgradige Druckschmerzhaftigkeit in der Gegend des 3. und 4. Halswirbels; sofort totale schlaffe Lähmung der Beine. Reflexe fehlen. Anaesthesie vom Rippenbogen abwärts (Gefühl, Schmerz, Temperatur). Unterarme unempfindlich. Starker Priapismus, hohes Fieber. Rö.-Aufnahmen: Bruch des 3. und 4. HW und zwar Luxationsfraktur. Behandlung: Glissonsche Schwebe. Bei zunehmender Atemnot und Zyanose sehr schneller Verfall. Exitus am nächsten Tag.

F a l l 31 (Eigener Fall): 18 jähr. Patient sprang ins seichte Wasser, innerhalb kurzer Zeit Querschnittslähmung, starke Schmerzen in Kopf- und Nackenregion. Teilweise Eigenbeweglichkeit der Arme. Rö.-Befund: Kompressionsbruch des 5. HWK mit Luxation des 4. HWK nach vorne um halbe Wirbelbreite. Behandlung: Glissonschlinge, unter steigerndem Zug Reposition. Hyperpyrexie bis zu 42,5°. Verstärkte Schmerzen am nächsten Tag. Atmung angestrengt und japsend, Bewusstseinstrübung, Tod am 3. Tag.

Während die bisher beschriebenen Beugungsbrüche der Halswirbelsäule, Hyperflexions-, Kompressions- und die Luxationsfraktur meist bei Sprüngen vom Ufer in zu seichtes Wasser erfolgen, kommen die H y p e r e x t e n s i o n s b r ü c h e beim Absprung aus grosser Höhe bei falscher Körperführung zustande.

Röntgenaufnahme einer Halswirbelsäule in starker Hyperextension.

Abbildung 3

Charakteristisch ist bei Hyperextensionsverletzungen nach BOURMER die Zerreissung und Schädigung des lig. longitudinale ventrale und des vorderen Faserringes. Die beiden Wirbelbögen der an die verletzte Bandscheibe nach oben und unten angrenzenden Wirbelkörper werden in Richtung des Rückenmarkkanals gegen das Halsmark gepresst. Besonders der untere Rand des unteren und der obere Rand des oberen Wirbelbogens verursachen deutliche Eindellungen dorsal an 2 Halsmarksegmenten. Bei diesem Verletzungsmechanismus kann es natürlich auch leicht zu Wirbelbogenbrüchen kommen. Sie erfolgen durch Aneinanderpressen der Dornfortsätze hinter der Interartikularportion. (BLUMENSAAT).

FERVERS sieht diese Hyperextensionsfrakturen als charakteristische Verletzung bei Kopfsprüngen von Nichtgeübten an. Er beschreibt genau den Mechanismus bei derartigen Sprüngen: "Der Anfänger, der das Springen ins Wasser lernt, hält reflektorisch den Kopf zurück. Die Arme werden meist seitlich vom Kopf gehalten. Stösst ein solcher Anfänger nun auf den Boden auf, so ist es immerhin möglich, dass er mit Kinn oder Gesicht den Boden berührt, falls die seitlich gerichteten Arme den Stoss nicht abfangen. Bei dem maximal reklinierten Kopf kann es auch schon bei leichterem Aufprall zu Frakturen der Halswirbelsäule kommen." Auch von PIRKER-WUNDERLICH wird betont, dass beim Wasserspringen der Kopf nach rückwärts gebeugt wird und die Halswirbelsäule sich in Hyperextension befindet, unter besonderer Gefährdung von Atlas und Epistropheus. Ein Aufprall mit dem Scheitel auf den Grund aus grosser Höhe lässt die Möglichkeit eines Überschlagens nach rückwärts zu, was dann Hyperextensionsverletzung zur Folge hat. Der Kopf wird am Grund fixiert, sodass die noch weiter wirkende Gewalt ein Abknicken nach hinten hervorruft (HOMMA). Diese Bruchart entsteht also nur, wenn der Sprung steil erfolgt, vom Sprungturm oder sonst aus grosser Höhe. Ein steiler Sprung bietet aber noch eine zweite Möglichkeit: Der Aufprall erfolgt mit Gesicht oder Stirn, also mit schon primär dorsal flektierter Halswirbelsäule. Diese Stellung wird dadurch hervorgerufen, dass der Springer, während er längere Zeit in der Luft fliegt, reflektorisch den Kopf zurück beugt, um ein Aufschlagen mit dem Rücken zu vermeiden. Auch wird er im Wasser den Kopf dorsal flektieren, um wieder an die Oberfläche zu gelangen. Bei flachem Kopfsprung, vom Ufer aus, ist diese Verletzungsart nicht beschrieben.

Ein Beispiel einer nachträglichen Hyperextension zeigt der Fall von BASSÉRES: Ein Mann hatte durch Sprung ins seichte Wasser aus beträchtlicher Höhe durch Stauchwirkung einen Splitterbruch des 5. Halswirbels erlitten. Durch Rückwärtsverschiebung eines Bruchstückes war eine Zertrümmerung des Rückenmarkes zustande gekommen. (Siehe Seite 11, Fall 2). Der Autor weist ausdrücklich darauf hin, dass Zerquetschungen des Rückenmarkes nicht nur durch Hyperflexion, sondern auch durch Hyperextension entstehen können.

Den Hyperextensionsfrakturen sind folgende Fälle zuzuordnen:

Fall 8 (FERVERS): Kopfsprung in zu seichtes Wasser, starke Schmerzen im Nacken, völlige Lähmung. Starker Druckschmerz über den Proc. spinosi 4 - 6, mässige Schmerzhaftigkeit bei Bewegungen des Kopfes. Nur noch schwache Beweglichkeit der Arme, von den Brustwarzen ab besteht völlige Bewegungs- und Gefühllosigkeit des ganzen Körpers. Rö.-Aufnahme: Bruch des 5. HWK in der Weise, dass der Körper in der Mitte gespalten und das kleinere Fragment mit seiner scharfen Kante in den Wirbelkanal luxiert war und das Mark sozusagen durchschnitten hatte. Tod nach 24 Stunden.

Nach dem eindeutigen Stauchbruch war noch eine Hyperextensionswirkung aufgetreten, welche die Verschiebung des hinteren Fragmentes verursachte.

Fall 17 (LAESECKE): 14 jähr. Patient machte einen Kopfsprung und stiess am Boden auf. Kurze Bewusstlosigkeit. Befund: Alle Bewegungen des Kopfes und der Halswirbelsäule ausserordentlich schmerzhaft. Druck- und Klopfschmerz der oberen HWK, sowie Stauchungsschmerz. Rechter Arm kann nur im Ellenbogengelenk etwas gebeugt werden, während Bewegungen im Schulter-, Hand- und Fingergelenken nicht möglich sind. Im übrigen Beweglichkeit der Gliedmassen ebenso wie Sensibilität und Reflexe erhalten. Rö.-Bild: Fraktur des 4. und 5. HWK. Am 4. scheint rechts der äussere Teil des Bogens mit dem Proc. articularis für sich abgebrochen und nach aussen verschoben. Es besteht noch eine Subluxationsstellung nach hinten. Therapie: Strenge Bettruhe, Glisson-Zug. Vom 16. Tag nach der Einlieferung an, faradische Behandlung beider Arme. Schon am 3. Tag nach Anlegung der Glissonschlinge wurde der Arm etwas gehoben. Nach 5 Wochen wurde die Glissonschlinge abgenommen, nach 52 Tagen durfte der Patient aufstehen. Die Halswirbelsäule hat sich durch Lordose den veränderten Verhältnissen angepasst.

Der Bruchmechanismus hierbei kann folgendermassen geklärt werden: zuerst Hyperflexion mit Stauchung, dann Überschlagen nach rechts mit Hyperextensionswirkung, speziell auf der rechten Seite.

Dieser Fall stellt eine Kombination der beiden gegensätzlichen Bruchmechanismen dar, nämlich zuerst die Hyperflexion, welche unter Weiterwirkung der Körperbewegung durch Überschlagen in eine Hyperextension übergeht. Man kann also von einer regelrechten Zermalmung sprechen, welche je nach der Grösse der Gewalt mehr oder minder ausgeprägt sein kann.

Fall 30 (Eigener Fall): 14 jähr. Patient machte einen Kopfsprung in zu seichtes Wasser und schlug mit dem Kopf am Boden auf. Sofortiger Schmerz im Nacken. Befund: Der Kopf wird in Zwangshaltung nach rechts hinten gehalten. Die Schulter- und Nackenmuskulatur ist bretthart angespannt. Neurologisch keine Ausfälle. Rö.-Befund: Hyperlordosierung der unteren Halswirbelsäule und wulstige Vorbuckelung der Wirbelkörperränder. Verdacht auf Randabsprengung am linken oberen Gelenkfortsatz von C 6. Geringgradige ventrale Luxation des Epistropheus. Glissonzug 3 Wochen lang, dann vorsichtige Gymnastik.

Fall 34 (Eigener Fall): Beim Sprung vom Sprungturm ins Wasser stiess der Patient mit dem Kopf auf einen Pfahl. Keine Bewusstlosigkeit, nur vorübergehend Übelkeit. Leichte Paraesthesien im rechten Arm. Rö.-Befund: HWK 4 gegenüber HWK 3 etwa um 3 mm nach ventral verschoben. Strukturabwandlung im Bogenbereich und Ansatzgebiet des Gelenkfortsatzes, Bandscheibe völlig gelockert. Abschrägung der Deckplatte von HWK 4. Therapie: Leichte Extension mit Glissonschlinge 4 Wochen lang. Nach geringer Besserung der Subluxation wird zur Fixierung des HWS Thoraxgips nach Böhler angelegt, der 4 Monate lang liegen bleibt. Völlige Beschwerdelosigkeit.

Seltener als die bisher besprochenen Brucharten ist der sogenannte sagittale Längsbruch. Er ist eine besondere Form der Stauch- und Kompressionsbrüche; der Entstehungsmechanismus ist ganz eigenartig und wird von den Autoren verschieden beschrieben. Pathologisch anatomisch wird durch den Wirbelkörper in sagittaler Richtung ein Bruchspalt gefunden.

BLUMENSAAT stellt den Bruchmechanismus folgendermassen dar: Die Halswirbelsäule muss sich bei lotrechter Gewalteinwirkung in einer muskulär fixierten Mittellage zwischen Beuge- und Streckstellung befinden. Die Schlussplatten dürfen nicht kongruent liegen; die obere Randleiste des unteren Wirbels soll ein Hypomochlion mit der Eignung zu einer Stanz- und Meisselwirkung bilden. Dies ist der Fall, wenn sich die Halswirbelsäule ausser der angegebenen noch in einer seitlichen Drehstellung befindet, also die Randleisten sich in einem zu mindesten spitzen Winkel kreuzen.

Die zweite Erklärung (STIMPFL) führt gegen diese Theorie an, dass die Zwischenwirbelscheibe im Bereich der Halswirbelsäule verhältnismässig hoch ist und sogar über den Knochenrand vorsteht. STIMPFL nimmt an, dass der Nucleus pulposus, der belastungsfähige Teil der Bandscheibe, als Hypomochlion wirkt und den darüberliegenden Wirbel auseinander treibt. Die niedrige, plattenähnliche Form des Halswirbels begünstige diesen Vorgang. Die Kraft muss dabei genau in der Längsachse der Wirbelsäule einwirken. Auch müssen Deck- und Bodenplatten der benachbarten Wirbel parallel stehen. Ist dies nicht der Fall, so kann der Nucleus pulposus nach hinten oder nach der Seite ausweichen. Dieser Meinung schliesst sich DÖRFFEL an, welcher anführt, dass das den Körper umgebende Wasser als Schiene wirkt, welche die Halswirbelsäule in gestreckter Haltung hält und so die sonst übliche Beugung bremst.

Im Gegensatz zu dieser Anschauung sagt BLUMENSAAT, dass bei einem sagittalen Längsbruch im Röntgenbild die Bruchlinie nicht genau durch die Mitte geht, also nicht durch den niedrigsten Teil des Wirbelkörpers, wie man es bei Hypomochlionwirkung des Nucleus pulposus erwarten sollte, sondern etwas schräg und exzentrisch verläuft. Unwahrscheinlich ist, dass bei einer starken Gewalteinwirkung wie dem Kopfsprung, das Wasser nur eine die Beugung bremsende Wirkung ausüben soll. Eine ganz gerade Haltung der Halswirbelsäule ist beim Sprung höchst selten. Ob eine Markschädigung immer zu dem Verletzungsbild sagittaler Längsbrüche gehört, ist noch nicht sicher zu entscheiden (BLUMENSAAT).

Im Folgenden werden 4 Fälle beschrieben, die nach einem Kopfsprung in zu seichtes Wasser sagittale Längsbrüche aufgewiesen haben:

Fall 3 (BLUMENSAAT): Kopfsprung, Bewusstlosigkeit. Befund: Geringe Cyanose, klares Bewusstsein, retrograde Amnesie, grosser noch geschlossener Dekubitus über dem Kreuzbein. Neurologischer Befund: Totale Querschnittslähmung li. von C6, re von C7 abwärts. Rö.-Aufnahme: Bei Vorderaufnahme Längsaufhellung im 6. HWK, die auf Längsbruch verdächtig ist. Frakturen des 5. und 6. Halswirbelbogens. Unregelmässiger breitbasiger Jodipinstopp mit Linksverschiebung am oberen Rand des 6. HW. Operation wurde vorgenommen, die Bogenhälften des 5. und 6. HW, die völlig lose lagen, wurden entfernt. Nach anfänglicher Besserung zunehmende Harnweginfektion und Darmatonie, Meteorismus, Kreislaufversagen, Exitus. Sektion: Totale Erweichung des Rückenmarks in Höhe von HWK 6. Komplikationserscheinungen der vollständigen Querschnittslähmung: Meteorismus, hämorrhagische Uroxystitis, Oedem des Gehirns.

Fall 4 (DÖRFFEL, Fall 1): 20 jähr. Patient stiess mit Kopf und rechtem Ellenbogen auf Bassinboden auf. Heftiger Schmerz in Kopf und Nacken, sofortige Lähmung. Die schlaffe Lähmung besserte sich im Laufe der nächsten 20 Minuten. Befund: Eine Handbreit über dem Haaransatz eine 3 cm lange Kopfplatzwunde. Rö.-Aufnahme: Im 5. HWK sieht man einen sagittalen Spalt, der im Stereobild den ganzen HWK durchsetzt. Im seitlichen Bild ist der 5. HWK trapezförmig deformiert. Nach dorsal keine wesentliche Verschiebung, keine Bogenveränderungen. Neurologischer Befund: Hyperaesthesie und Hyperalgesie des rechten Armes im Versorgungsgebiet des oberen und unteren Plexusanteils, ebenso eine Parese der rechten Hand. Therapie: Glissonschlinge 8 Wochen lang, Ergebnis: Halswirbelsäule frei beweglich, hyperalgetische Zone am rechten Oberarm, ebenso hyperalgetische Zone des linken Beines mit Störung der Temperaturempfindung. Nach knappen 3 Monaten Entlassung.

Fall 5 (DÖRFFEL, Fall 2): 14 jähr. Patient macht einen Kopfsprung und schlägt mit dem Kopf auf, schlaffe Lähmung, die sich innerhalb von 10 Minuten zurückbildet. Befund: Kopf frei beweglich, über der Sagittalnaht in Scheitelbeinhöhe 5 cm lange Platzwunde. Neurologisch o.B. Extremitäten frei beweglich. Rö.-Aufnahme: Schmaler Spalt im 5. HWK. Der Bogen des 5. HWK ist klar abzugrenzen. Im seitlichen Bild trapezförmige Deformierung mit Verkürzung der Deckplatte in sagittaler Richtung, Knitterung der ventralen Fläche. Bogen und hintere Wirbelkörperkonturen o.B. Heilungsverlauf ohne Komplikationen.

Fall 24 (NORDENTOFT): 21 jähr. Mann machte Kopfsprung in zu seichtes Wasser, Bewusstlosigkeit. Es wurde eine Parese der Arme und der Beine festgestellt und durch Rö.-Aufnahmen konnte eine sagittale Längsfraktur des 5. HWK diagnostiziert werden. Da die Parese weiterbestand, wurde ein halbes Jahr nach der Verletzung eine Laminektomie an dem betreffenden Wirbel gemacht. Obwohl mangelnde Sehnenreflexe auf eine Rückenmarksdurchtrennung hingewiesen hatten, wurde keine Kontinuitätsdurchtrennung nachgewiesen; doch war das Rückenmark stark komprimiert. Eine Besserung wurde durch die Operation nicht erreicht, obwohl die Arme ein bisschen besser bewegt werden konnten. 6 Monate nach der Operation starb der Patient an einer eitrigen Cystopyelitis mit schweren pyämischen Erscheinungen (Dekubitalgeschwüre).

Einen ganz aussergewöhnlichen, aber nur röntgenologisch erhobenen Befund zeigte ein Fall aus der chirurgischen Klinik in München. Hier war ein sagittaler Längsbruch des 5. Halswirbels mit einem stark keilförmigen Kompressionsbruch des 6. Halswirbels kombiniert. Die Kombination dieser beiden in ihrer Entstehungsweise sehr verschiedenen Brucharten kann nur so erklärt werden, dass zuerst der sagittale Längsbruch entstand und danach der Kompressionsbruch auf Grund einer Hyperflexion. Der Patient wird also mit einer willkürlich gerade gehaltenen Halswirbelsäule mit leichter Drehstellung in das Wasser gesprungen sein und dann nach dem ersten Aufstossen den Kopf stark gebeugt haben.

Fall 36 (Eigener Fall): 17 jähr. Patient machte Kopfsprung in zu seichtes Wasser, schlägt sofort mit dem Kopf auf. Keine Bewusstlosigkeit, die Beine konnte er nicht mehr, die Arme nur schwer bewegen. Rö.-Aufnahme: Sagittaler Längsbruch des 5. HWK und starker Kompressionsbruch mit keilförmiger Deformierung des 6. HWK. Neurologischer Befund: Hyperaesthesie an den oberen Extremitäten und am Schultergürtel. Spastische Lähmung der Beine. Blasen- und Mastdarmlähmung. Hyperpyrexie, Vasomotorenlähmung, angestrengte Atmung. Tod nach einer Woche.

Die Beurteilung und damit die Prognose bei den Halswirbelsäulenbrüchen wird bestimmt vom Ausmass der Halsmarkschädigung. Das Rückenmark ist bei allen besprochenen Verletzungsarten sehr gefährdet, obwohl im Bereich des Halswirbelkanals erhebliche Verschiebungen auch ohne Schä-

digung der Marksubstanz auftreten können (RIECHERT, JAEGER). Dies erklärt die manchmal sehr erstaunliche Diskrepanz zwischen röntgenologisch feststellbar starker Wirbelverletzung und Wirbelverschiebung und relativ geringen neurologischen Erscheinungen. Hierbei sind nach PETERS verschiedene Verletzungsarten möglich: 1) die sogenannten offenen Rückenmarksverletzungen, bei denen der verletzende Wirbelkörper nach Perforation der harten Rückenmarkshaut direkt auf das Mark einwirkt und eine sofortige Gewebsdurchtrennung hervorruft (irreversible Kontinuitätsdurchtrennung), 2) die sogenannten gedeckten Rückenmarksverletzungen (Rückenmarkskontusionen), eine Schädigung, welche indirekt im Moment der Gewalteinwirkung hervorgerufen wird. Bei der letzten Gruppe unterscheidet man primär mechanische oder passive und sekundär reaktive Folgen.

Die erste Verletzungsart zeigt ein eindeutiges pathologisch-anatomisches und klinisches Bild. Abgesprengte Knochensplitter oder ein dreieckiges Knochenfragment, das bei Wirbelbrüchen häufig am hinteren Rand des Wirbels abgesprengt wird und in den Wirbelkanal eindringt, rufen eine scharfe Verletzung des Rückenmarkes hervor. (Vergleiche Seite 6, SCHNEIDER und KAHN). STRAUBE und HAUMANN sprechen hier von Riss- und Quetschwunden. Meist liegt eine Totaldurchtrennung des Rückenmarkes vor. Im Bereich des hohen Halsmarkes führen sie fast immer in Folge des meist auftretenden aufsteigenden Oedems zur Schädigung lebenswichtiger Zentren in der Medulla oblongata und damit zum frühen Tod. Die vollkommen irreversibel zerstörte Substanz regeneriert sich nicht; sie wird später organisiert und in eine aus Glia-Bindegewebe und verdickten Gefässen bestehende Narbe verwandelt (JAEGER). Wenn auch Ansätze zu einer Regeneration vorhanden sind, so bleibt doch ein einmal zerstörtes Rückenmarksgewebe für die Erregungsleitung verloren, da sich das derbe Narbengewebe dazwischen gelegt hat.

Klinisch herrscht hier die vollkommene Querschnittslähmung vor, mit den charakteristischen neurologischen Erscheinungen: Schlaffe motorische und sensible Lähmung mit dauerndem Fehlen sämtlicher Sehnenreflexe, Blasen- und Mastdarmlähmung. Eine weitere Folge der Halsmarkverletzung kann eine Hyperpyrexie mit Temperaturanstiegen bis zu 40 Grad sein. Diese Hyperpyrexie hat besondere Eigenarten: Fehlen von subjektivem Hitzegefühl und von Durst, rascher Temperaturanstieg mit relativer Bradycardie, Unmöglichkeit einer depressorischen Beeinflussbarkeit durch

Antipyreticis. Es wurden auch Temperatursturz und subnormale Temperaturen beobachtet (GOLD). Ebenso werden infolge der Verletzung der im Halsmark verlaufenden Sympathicusfasern Rötung des Gesichts und Pupillenstörung unter dem Bilde der Sympathicuslähmung und des Horner'schen Symptomenkomplexes (Ptosis, Miosis, Enophthalmus) beobachtet (Vergleiche Fall 18, GOLD, EWALD).

Die Diagnose einer totalen Querschnittslähmung ist in den ersten Stunden und am ersten Tag nicht immer leicht, da die partiellen Läsionen, wie Commotio spinalis traumatisches Ödem oder eine ausgedehnte Blutung, eine vollständige Querdurchtrennung vortäuschen können. Priapismus, rasch einsetzender Dekubitus und besonders die schon besprochenen Störungen in der Wärmeregulation sprechen für eine totale Querschnittsläsion. Der Verlauf entscheidet. Sicherheit in der Diagnosestellung bringt das Ausbleiben jeglicher Besserung innerhalb der ersten 36 Stunden (MACKH). Das Röntgenbild zeigt nicht immer die stattgehabte tatsächliche Verschiebung, die zu einer Abquetschung des Rückenmarkes geführt hat und kann deshalb nicht als allein entscheidendes diagnostisches Hilfsmittel dienen, da in den nächsten Stunden nach der Verletzung eine Neigung zur Spontanreposition besteht (RIECHERT).

Die zweite Verletzungsart, bei der wir wiederum zwei verschiedenartige Folgen unterscheiden, zeigt kein so klares pathologisch-anatomisches Bild. Die Rückenmarkskontusion, die eine primär mechanische Folge der Verletzung ist, denkt sich FOERSTER folgendermassen entstanden: "Der die Wirbelsäule treffende Stoss pflanzt sich auf den Inhalt des Wirbelkanals fort und trifft hier auf den Liquor cerebrospinalis. Es kommt dadurch zu einer plötzlichen enormen Drucksteigerung im gesamten cerebrospinalen Liquorsystem. Diese ruft eine akute Pressung des Rückenmarkes hervor, die nicht nur von der Circumferenz her auf dasselbe einwirkt, sondern infolge der zahlreichen Kommunikationen, welche vom Subarachnoidalraum durch die Pia hindurch auf den feinen Lymphbahnen des Markes in dessen Inneres führen, auch intramedullär angreift." Dieser Anschauung sind auch MACKH und DÖRING, welche annehmen, dass Liquorstauung und Liquordruckanstieg die Ursache der über die Verletzungsstelle hinaus eintretenden Affektionen des Rückenmarkes ist. DÖRING weist noch darauf hin, dass im Halswirbelkanal das Fettgewebe zwischen Periost und Dura spinalis fehlt und dadurch periostales und spinales Durablatt miteinander in fester Verbindung steht, also eine Stosswirkung leicht übertragen

werden kann. Pathologisch anatomisch konnte er bei Kontusionen in der Nachbarschaft der Verletzung noch eine Prellschädigung erkennen. In solchen Fällen von Rückenmarkserschütterung liegen keine wesentlich fassbaren anatomischen Veränderungen der Marksubstanz vor. PETERS konnte in mehreren tödlich verlaufenen Fällen von Commotio spinalis bei der Sektion keine Blutungen feststellen. Welche Rolle dabei Zerrungen im Bereich der beiderseitigen ligg. denticulata spielen, ist noch nicht geklärt.

Die klinischen Symptome sind hier sehr ähnlich denen der totalen Querschnittsläsion, können sich aber mit der Zeit wieder völlig zurückbilden. Bei Halsmarkverletzungen wurden vielfach auch Ausfallserscheinungen der unteren Hirnnerven festgestellt, besonders des Accessorius, Hypoglossus und Vagus. Diese Ausfallserscheinungen werden als Folge von Nebenherden in der Medulla oblongata und der Brücke aufgefasst. Nicht selten kommt es als Folge der Gewalteinwirkung auf die Halswirbelsäule zu kurzer Bewusstlosigkeit. So schreibt FAISST von einem fast bei allen Halswirbelbrüchen zu beobachteten Kollaps, der gewöhnlich ohne dauernden Schaden bald vorübergeht.

Eine zweite Folge der gedeckten Rückenmarksverletzung ist die sogenannte sekundär reaktive. Es handelt sich um die Hämatomyelie und um das Oedem. Die Hämatomyelie (einheitliche stiftförmige Blutung, hauptsächlich im Rückenmarksgrau) setzt sich stets aus zahlreichen, gefässabhängigen, rhektischen Blutungen zusammen (Fall 26, PETERS). Diese Blutungen sind in der grauen Substanz mehr infarzierende Diapedesisblutungen, im Markweiss mehr Petechien. Auffallend ist, dass in den Hinterhörnern die Infarzierung stärker als in anderen Teilen der grauen Substanz ist. In diesen Teilen tritt die Durchsetzung mit Erythrozyten offenbar leichter ein als in anderen Gebieten (DÖRING). Diese kleinen Blutungen entstehen hier nach RIECHERT infolge der eigenartigen Gefässversorgung der grauen Substanz und überschreiten den betroffenen Bezirk um mehrere Segmente. Dagegen behauptet BING, dass sich die Blutung gewöhnlich nur auf ein bis zwei Segmente erstreckt. Später tritt dann auf dem Boden dieser Blutungen in den Rindenprellungsherden die vollkommene Nekrose hinzu, die über den Bereich der Blutungen hinausreicht, sodass der Markmantel hierdurch mitgeschädigt wird und eine Querschnittslähmung zustande kommt. Diese Nekroseherde werden dann verflüssigt und organisiert unter Bildung von Cysten und Narbengewebe (MACKH). PETERS fasst diese

Zustandsbilder wie Hämatomyelie, traumatische Nekrose, blutige Erweichung und Narben- und Cystenbildung als nur verschiedene Stadien der Rückenmarkskontusion auf.

Fall 26 (WITUSCHINSKI): Kopfsprung in zu seichtes Wasser. Auftreten von motorischen und sensiblen Lähmungen aller Extremitäten und des Rumpfes, Lähmung des Zwerchfells und der Blase. Bei hoher Temperatur nach 2 Tagen Exitus unter Erscheinungen des Lungenoedems. Sektionsbefund: Abbruch des Bogens des 5. HW ohne Dislokation, hier das Rückenmark in 1 cm Ausdehnung aufgelockert und blutig infiltriert, nach oben und unten im ganzen in einer Ausdehnung von 6 cm in der Rückenmarksubstanz zerstreute Hämorrhagien.

Die klinischen Erscheinungen sind bei typischen Fällen: plötzlicher Schmerz in der dem Blutungsherd entsprechenden Höhe der Wirbelsäule und mehr oder weniger ausgesprochene Lähmungserscheinungen der distal gelegenen Muskelgebiete. Seltener ist die langsame Entwicklung der motorischen Ausfallserscheinungen, zu denen Sensibilitäts- und Blasen- und Mastdarmstörungen hinzukommen. Zwischen Initialerscheinungen und dem Einsetzen der Ausfallssymptome wurde auch schon ein freies Intervall beobachtet. Ein Teil dieser Symptome beruht auf vorübergehender Schockwirkung, sodass in den nächsten Stunden bis Tagen teilweise ein Rückgang der Krankheitserscheinungen stattfindet, wobei die sensible Lähmung zuerst zurückgeht (SAEGESSER). Die Erscheinungen der Hämatomyelie im Halsmark sind auf Grund ihres anatomischen Befundes sehr ähnlich denen der Syringomyelie. Hierbei findet sich neben spastischen Erscheinungen an den Beinen eine Atrophie der kleinen Handmuskeln, typische dissoziierte Anaesthesie und der Hornersche Symptomenkomplex (BING). RIECHERT nennt folgende für die Hämatomyelie charakteristische Erscheinungen: dissoziierte Empfindungsstörung, Schmerz- und Temperaturreize werden kaum wahrgenommen. Tiefensensibilität und Empfindungsvermögen für leichte Berührungsreize sind ungestört oder etwas herabgesetzt.

Nicht zu verwechseln mit der Hämatomyelie ist die als Hämatorrhachis bezeichnete, ebenfalls traumatisch entstehende Affektion, bei der die Blutung in die Rückenmarkshäute erfolgt. Im Gegensatz zur Hämatomyelie stehen hier die Reizerscheinungen im Vordergrund, mit heftig ausstrahlenden und namentlich kribbelnden Schmerzen in den gelähmten Gliedern,

Steifigkeit der Wirbelsäule, periphere Hyperaesthesien der Haut und Muskelpasmen. Eine sehr schnelle Besserung, oft ein völliger Rückgang der Symptome innerhalb weniger Tage ist für die Hämatorrhachis charakteristisch (BING).

Blutung in die Rückenmarkshäute neben einer Markverletzung wurde bei folgendem Fall beschrieben:

Fall 28 (ZELL): 20 jähr. Patient machte einen Kopfsprung in zu seichtes Wasser und stiess am Boden auf, konnte zunächst noch schwimmen. Es trat dann aber sehr schnell eine Lähmung der Arme und der Beine auf. Befund: Schlaffe Lähmung der Extremitäten. Rö.-Befund ist nicht vorhanden. Therapie: Laminektomie. Tod am 2. Tag nach dem Unfall. Sektionsbericht: Fraktur des 5. und 6. HWK. Im Bereiche der Bruchstelle Zerquetschung des Markes, subdurale und meningeale Blutungen. Ausgedehnte bis in die Lendenwirbelsäule reichende subperiostale Blutungen.

Die Abheilung der traumatischen Blutung an den Rückenmarkshäuten kann aber zur posttraumatischen Arachnitis führen, welche einerseits mit quälenden Schmerzsyndromen als Spätfolge einhergeht oder aber zu Liquorpassagestörungen führen, ja sogar spätere Querschnittssymptome verursachen kann. (Arachnitis circumscripta cystica).

Die zweite sekundär-reaktive Folge ist das Oedem, das nach RIECHERT eine fast regelmässige Begleiterscheinung der Markschädigung bei Verletzungen der Wirbelsäule ist. Bei den Verletzungen des Halsmarkes hat sein langsames Aufsteigen eine besondere Bedeutung. Nach FOERSTER ist diese Ausbreitungsart häufig. Daneben breitet sich das Oedem auch nach caudal aus. Es ist die Ursache der nach Stunden und Tagen eintretenden klinischen Symptome und ist reversibel, kann jedoch durch Erschwerung der Blutzufuhr zu späteren degenerativen Veränderungen führen und dann eine dauernde Funktionsstörung hervorrufen (RIECHERT).

Fur die Behandlung und Prognosestellung aller neurologischen Ausfälle bei Halswirbelverletzungen ist die Unterscheidung zwischen den beiden Verletzungsfolgen, der funktionellen Lähmung und der tatsächlichen Kontinuitätsunterbrechung wichtig. Sie ergibt sich aber erst aus dem Verlauf. Ein gewisser Anhaltspunkt für eine Kontinuitätsunterbrechung mit bleibender Querschnittslähmung kann das plötzliche Eintreten der Lähmung sein. Bei der unvollständigen Unterbrechung kommt es meist in den ersten Tagen zu einer Wiederkehr einzelner Funktionen.

Bei keiner Knochenbruchverletzung ist der oberste Grundsatz "primum nil nocere" so schwer durchzuführen, wie beim Halswirbelsäulenbruch. Allergrösste Vorsicht schon bei der ersten Hilfe ist ein Gebot des Augenblicks. Inspektion und eingehende Befragung des meist schon nicht mehr bewusstlosen Verletzten ist viel wichtiger als Betastung oder gar Funktionsprüfung. Behutsamkeit beim Lagern und Transport im Liegen versteht sich von selbst. Im Gegensatz zu sonstigen Verletzungen gehört ein Patient mit Halswirbelsäulenbruch schon aus Gründen der Vermeidung unnötiger sekundärer Schädigungen zuerst auf die Röntgenabteilung, bevor er endgültig ins Krankenbett gelagert wird. Bei genügender technischer Einrichtung kann die Röntgenuntersuchung selbstverständlich auch im Bett sofort durchgeführt werden. Für die weitere Behandlung muss zwischen Verletzten m i t und o h n e Querschnittslähmung unterschieden werden.

Über die Notwendigkeit der Extension bei Verletzten o h n e Querschnittslähmung sind sich alle Autoren einig. Meinungsverschiedenheiten bestehen darüber, ob zusätzlich noch reponiert werden muss. Nach MAGNUS soll der Patient auf glatter, harter Matratze liegen. Zur völligen Ruhigstellung der Halswirbelsäule wird nur ein leichter Zug mit der Glissonschlinge ausgeübt. Auch LAESECKE, MARBURG, MACKH, HELLNER, HAUMANN, OLDBERG, FAISST u.a. schlagen leichte Extension zur völligen Ruhigstellung der Halswirbelsäule vor. Sobald der erste intensive Bruchschmerz abgeklungen ist (meist nach 3 - 4 Tagen) wird mit der Massage begonnen. Der Patient wird hierfür in Seitenlage gebracht. Die Massage wird bis zur völligen Gesundung ausgeübt. Nach 4 Wochen wird Aufsetzen erlaubt und 6 Wochen nach dem Tag der Verletzung darf der Patient aufstehen und mit leichten Bewegungsübungen beginnen. Bei dieser Methode spielt also die medicomechanische Behandlung eine grosse Rolle. HELLNER und DÖRFFEL halten sich auch an die Extensionsbehandlung mit anschliessender Massage.

Die Anwendung dieser Methode begründet MAGNUS damit, dass er eine Verschiebung der Bruchstücke n a c h der Gewalteinwirkung als ausserordentlich selten annimmt. Ein Wirbelkompressionsbruch sei immer sehr fest verkeilt, da die Gewalt so lange wirke, bis die Fraktur feststeht. Aus diesem Grunde lehnen mit ihm LAESECKE und HAUMANN jegliche Repositionstherapie ab. Ebenso ist er ein Gegner einer nachfolgenden Stützgipsanwendung; er hält sie sogar für schädlich, denn die

Wirbelsäule wird in ihrer Gesamtheit d.h. mit Muskulatur und Bandapparat durch zu lange Ruhigstellung atrophisch und damit ungeeignet und unfähig für die Tragfunktion. Durch diese Behandlungsweise wird auch das Krankheitsgeschehen vom Patienten überbewertet, zumal in Laienkreisen der Halswirbelbruch noch für unheilbar gehalten wird. Einer Unfallsneurose, wie sie bei Wirbelverletzungen leicht auftritt, wird durch Weglassen der Stützkrawatte vorgebeugt.

Die Methode der Repositionsbehandlung kombiniert mit Extension findet in dem allgemeinen Grundsatz der Frakturbehandlung, dass die Wiederherstellung der Form in erster Linie von der Rekonstruktion der anatomischen Form abhängt, ihre Begründung. SCHEIDT fordert im Hinblick auf die frakturbenachbarten Gelenke eine korrekte Achsenstellung der Fragmente, da jede Fehlhaltung zu einer Fehlbelastung führe. Die Einrichtung der Verletzung ohne Lähmung soll nach BÖHLER bald geschehen, da der keilförmig deformierte Wirbel sich nur innerhalb der ersten 10 Tage noch entfalten kann. Eine wichtige Frage bei der Repositionsbehandlung ist, ob bei der Reposition Fragmentstücke in den Wirbelkanal gedrückt werden, wodurch eine nachträgliche Rückenmarksverletzung auftreten könnte. Nach SCHEIDT besteht diese Möglichkeit nur dann, wenn beidseitig die Wirbelgelenke ausgebrochen sind; sie werden durch den bei der Reposition auftretenden Axialdruck im dorsalen Wirbelkörperabschnitt in den Wirbelkanal hineingedrückt. Es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Lordosierung bei der Reposition keineswegs eine Verlagerung auf die dorsale Wirbelkörperseite zur Folge hat, sondern vielmehr der Drehpunkt erheblich weiter dorsal zu suchen ist und zwar in den Wirbelgelenken, sodass nur hier eine Kompression erfolgt.

Bei der Repositionsbehandlung der Halswirbelsäule nach BÖHLER liegt der Kopf auf der Kopfstütze des Operationstisches, die Schultern werden nach unten durch Bügel fixiert. Am Kopf wird eine Glissonschlinge mit Federwaage befestigt. Unter langsam sich steigernden Zug in der Längsrichtung des Halses, ohne direkten Druck auf den verletzten Wirbel, wohl aber unter Kontrolle der untersuchenden Hände, erfolgt plötzlich oder allmählich mit schnappendem Geräusch die Einrichtung. Dies erfolgt ungefähr bei einem Zug von 15 - 25 kg. Dieser Eingriff muss in örtlicher Betäubung o h n e Allgemeinnarkose durchgeführt werden, um eine nachträgliche Rückenmarksschädigung feststellen zu können. BÖHLER spritzt das Lokalanaesthetikum direkt in den über der Fraktur

entstandenen Bluterguss. Der Zug erfolgt gleichmässig ohne irgend eine Knickung bei leichter Beugestellung des Kopfes. Bei guter Stellung wird sofort ein Gipsverband angelegt. Dieser reicht nach unten bis zur Mitte der Brust und umfasst grundsätzlich Kopf, Hals und obere Brusthälfte. Je nach der Verschiebung muss der Verband 5 - 6 Monate liegen bleiben, da an der Halswirbelsäule die zerrissenen Zwischenwirbelscheiben und die hinteren Bänder langsam fest miteinander verwachsen. Dieser Methode schliessen sich auch GARRE - STICH - BAUER, GOLD, JAEGER, MATTI, MÜLLEDER, RUGE, SAEGESSER, ZORN, KLINGENSMITH, CRUTCH-FIELD und CLARK an. Auch DAVIS ist Anhänger der Repositionsbehandlung, da er immer dann noch einen kräftigen, reponierenden Druck ausübt, wenn der Gibbus während der Suspension nicht verschwindet. Er legt darnach in Bauchlage ein dorsales Gipsbett an, das den Kopf umfasst und bis zu den Knieen reicht. Ebenso wird eine ventrale Gipsschale angefertigt. Während der 6-wöchigen Gipsbettbehandlung wird ein häufiger Lagewechsel vorgenommen. Nach 6 Wochen Aufstehen, für weitere 3 Wochen Gipsstütze.

Eine Kombination der beiden von BÖHLER und MAGNUS angegebenen Behandlungsverfahren ist die Methode von KARITZKI: Nach der Einrichtung mit der Glissonschlinge und dem Anlegen eines Gipsmieders beginnt er, etwa nach 10 - 14 Tagen, mit Massage und aktiver Übung der Rücken- und Bauchmuskulatur, täglich bis zu einer Stunde. Alle Bewegungen sind hierbei erlaubt, mit Ausnahme der Beugung. Nach weiteren 14 Tagen kommen Kriechübungen hinzu. 6 Wochen nach der Einrichtung wird der Gips fortgenommen und der Patient unter Einhaltung der Rückwärtsbeugung auf Kissen gelagert. Am Ende der 6. Woche darf er sich aufsetzen, am Ende der 7. Woche darf er aufstehen. Entlassung erfolgt gewöhnlich am Ende der 8. und 9. Woche.

SAEGESSER gibt sich mit dem sofortigen Anlegen der Gipskrawatte nach der Reposition nicht zufrieden, da er die Ruhigstellung in der Gipsschale bei einem gleichzeitigen Bogenbruch nicht für ausreichend hält. Man soll in diesem Fall die Zugbehandlung mit der Glissonschlinge fortsetzen und erst nach 6 Wochen eine Gipskrawatte anlegen. SCHEIDT bringt den Patienten zur Reposition auf eine schiefe Ebene von ungefähr 45 Grad; mit der Glissonschlinge und Flaschenzug wird dann in Richtung der gesunden Wirbelsäulenachse, also in Längsrichtung, ein Zug ausgeübt. Erst nach Streckung und Lockerung der Unfallregion und einer Behebung der

Luxationsstellung wird durch Bewegung und Verlagerung des Flaschenzuges die Zugrichtung im Sinne einer langsam zunehmenden Lordosierung der Frakturgegend verschoben. Er beobachtete bei diesem Vorgehen sogar die Zurückbildung von vollständigen Querschnittslähmungen in den ersten Stunden nach der Reposition. WEBER legt wie RIECHERT auf eine vorsichtige, langsame Extension im Glissonzug Wert; dabei wird nur ein geringes Zuggewicht (bis 5 kg) verwendet. In dieser vorsichtigen Extension kommt es zu einer weit schonenderen achsengerechten Zugrichtung der anatomischen Gebilde. Durch ein notfalls etwas erhöhtes Zuggewicht legen sich die Fragmente wieder in ihre anatomischen Stellung und Lage zueinander. Er lehnt jede brüske Gewaltanwendung wegen der Gefahr der sekundären Markschädigung strikte ab. Ein Anheben des Kopfendes des Bettes ist nicht unbedingt erforderlich. Der Glissonzug wird etwa 4 - 6 Wochen angewandt. Die Vermeidung des Gipsverbandes lässt eine exakte Rö.-Kontrolle jederzeit zu. Nach der Extension wird bei guter Stellung ein Hals-Brustgips angelegt, welcher ein Aufstehen und eine Entlassung nach Hause gestattet. Je nach dem Ausmass der Zertrümmerung des Wirbelkörpers wird er ungefähr 3 - 4 Monate belassen. In dieser Zeit soll der Patient häufig ausser Bett sein und seine Wirbelsäule belasten.

Für die Glissondehnung hat WEBER eine besondere Modifikation der Schlinge angegeben. Die Schlinge umfasst mittels einer schalenförmigen Blechverstärkung beiderseits den Unterkiefer im Bereich des horizontalen Astes, während ein gebogener Metallbügel die Kinn-Kehlkopfpartie völlig frei lässt. Hierdurch wird eine Atmungsbehinderung und eine Gefässstauung ausgeschlossen. Ein luftdurchlässiger Schaumgummibelag verhindert stärkere Transpiration. Die Riemen der Schlinge sollen so angeordnet sein, dass der Zug von vornherein im Sinne einer Kyphose wirkt.

Die von CRUTCHFIELD angegebene Drahtextension greift direkt am Schädelknochen an. In geringen Abänderungen wird sie auch von ZORN, ANDERSON, KLINGENSMITH, FULCHER und SCHÖNBAUER beschrieben und erprobt. RIECHERT bezeichnet die Ergebnisse durchweg als günstig, weil eine Markschädigung, die bei der plötzlichen Einrichtung häufig eintritt, durch den langsam ansteigenden Zug vermieden wird. Ein zangenförmiges Instrument wird in der Ebene der Halswirbelgelenke, über den Spitzen der beiden Processus mastoidei, direkt am Schädelknochen befestigt. In Lokalanaesthesie werden zwei, bei Kindern 3 mm,

bei Erwachsenen 4 mm tiefe Löcher gebohrt, in welche die Zange eingelegt werden kann. In den nächsten Tagen muss sie dann noch etwas enger gestellt werden. Das Kopfende des Bettes wird mindestens 30 cm gehoben und an die Zange ein Flaschenzug mit 15 - 20 Pfund Gewicht gehängt. Der grosse Vorteil dieses Verfahrens ist, dass der Patient nicht die lästige Glissonschlinge benötigt und auch bequem Seitenlage einnehmen kann. Eine Infektion an diesen Stellen ist nicht zu befürchten, auch wenn man die Zange längere Zeit liegen lässt. So liess ZORN diese Extension bei einigen Patienten bis zu 42 Tagen liegen. Nach der Extension wird, wie alle Autoren dieser Methode angeben, ein Stützverband angelegt.

Für die Behandlung der Querschnittsgelähmten fordern alle Autoren die Extensionsbehandlung mit Ausnahme von MAGNUS, der jede Behandlung für aussichtslos hält. WEBER lehnt diesen extremen Standpunkt ab, umso mehr als nach BÖHLER mit der Reposition der starke Bruchschmerz gewöhnlich schlagartig verschwindet. Die Indikation zur operativen Reposition durch Laminektomie ist sehr schwer zu stellen. Es kann nämlich die Beurteilung einer totalen Querschnittslähmung in der allersten Zeit nach dem Unfallereignis nahezu unmöglich sein, weil partielle Lähmungen, traumatisches Oedem und Hämatom eine vollständige Querdurchtrennung vortäuschen können. Der Verlauf innerhalb der ersten 3 Tage entscheidet. Stellt sich eine Besserung der neurologischen Ausfälle ein, dann ist eine operative Freilegung im Glissonzug zu erwägen. Die Laminektomie kurz nach der Verletzung ist also kontraindiziert (SCHMIEDEN, RIECHERT, WEBER). Allgemein soll die Laminektomie nur dann ausgeführt werden, wenn bei unvollständigem Lähmungscharakter die Besserung stillsteht oder sogar eine Verschlechterung eintritt. Auf alle Fälle soll die Operation erst nach Ablauf einer dreiwöchigen Wartezeit gemacht werden. Nach MACKH ist der Erfolg der Laminektomie umso grösser, je später sie gemacht wird. Eine Ausnahme bilden nur die Fälle, bei denen durch die Röntgenuntersuchung (Schichtverfahren!) nachgewiesen ist, dass ein Knochenfragment im Myelon steckt und bei der wiederholten Kontrolle unverändert bleibt. Aber auch in diesem Falle ist die Besserung des Querschnittsbildes die unbedingte Voraussetzung für den Eingriff. Die von MATTI, HAUMANN und PERRET hierfür geforderte Frühoperation wird von den meisten Autoren abgelehnt.

Nach RIECHERT bietet auch eine Hämatomyelie gelegentlich eine Indikation zum operativen Eingriff. Wenn möglich, soll auch hier bis zum 8. - 10. Tag nach der Verletzung gewartet werden, da dann unter besseren Bedingungen operiert werden kann. Spätlaminektomie ist bei vermuteter Schwielen- und Cystenbildung angezeigt, d.h. also, wenn klinisch eine Verschlechterung des neurologischen Bildes auftritt. Eine Spätoperation erwägt auch RIECHERT ausnahmsweise bei den Fällen, in denen Überbrückungen durch Wurzeln versucht werden. Methode und Resultate seien aber noch sehr problematisch. Auch MARBURG lehnt bei einer totalen Querläsion, besonders wenn der eine oder andere Reflex wieder erscheint, die Operation nicht ab. Durch einen Eingriff könnte man doch die Remission einleiten, auf jeden Fall könne man durch die Laminektomie niemals schaden, was zahlreiche Autoren bestreiten. Eine Eröffnung der Dura dürfe nur bei sehr starkem Oedem mit eindeutiger Kompression erfolgen (GOLD, RIECHERT, FAISST).

Neuerdings fordern amerikanische Autoren (SCHNEIDER und KAHN) bei allen Patienten mit neurologischen Ausfällen Laminektomie im Glissonzug auszuführen, um Spätfolgen zu vermeiden. Sie legen Wert auf die Druchtrennung der Ligg. denticulata beiderseits an mindestens 3 Segmenten, um einer Schädigung durch die Bandfixation vorzubeugen und führen zusätzlich in allen Fällen eine Spanverpflanzung nach HENLE - ALBEE durch zur Versteifung des gebrochenen Wirbelsäulenabschnittes. Sie glauben, Spätfolgen in Form chronischer Schwäche und Paraspastik, welche durch die Kallusbildung von ventral her entstehen, vermeiden zu können. Ebenso empfehlen auch MACKH und CARRUTHERS bei Halswirbelverletzungen die versteifende Operation nach Henle-Albee.

F a l l 16 (INCLAN): 28 jähr. Patient schlug beim Kopfsprung in zu seichtes Wasser am Boden auf. Schnell vorübergehende Tetraplegie und Urinverhaltung. Nach 8 Tagen Entlassung aus dem Krankenhaus. 5 Monate nach dem Unfall erhebliche spastische Symptome an den Beinen, Tonuserhöhung an den Armen mit Fehlen der Abduktion und Einschränkung der Beugung von Hand und Fingern. Keine Sensibilitätsstörung. Starke Einschränkung der Beweglichkeit der HWS. Laminektomie des 4. und 5. Halswirbels. Der Wirbelkanal war eingeengt, das Rückenmark war stranguliert, sonst keine sichtbaren Veränderungen. Extension. Unmittelbar nach der Operation trat eine Verschlechterung des Krankheitsbildes ein. Ein Jahr nach der Operation fast völlige Wiederherstellung der Beweglich-

keit der HWS. Rückgang der Erscheinungen an den oberen und fast völliger der Symptome an den unteren Extremitäten (langsame weitere Besserung).

GOLD, SCHMIEDEN, GULEKE und MATTI fordern, vor jedem Eingriff eine Myelographie zur Darstellung der Liquorpassage anzufertigen. Sie darf nur zu einem späten Zeitpunkt durchgeführt werden. Nach neurochirurgischer Erfahrung soll man dabei nur wasserlösliche Jodpräparate verwenden, welche wieder völlig ausgeschieden werden können. Die Myelographie mit Jodöl wird von Seiten der Neurochirurgen abgelehnt, wegen der durch sie verursachten schwartigen Arachnitis.

SCHMIEDEN schreibt zur Laminektomie: "Es gibt sicher Fälle, in denen durch die Operation genützt werden kann. Die bisherigen prozentualen Erfolge sind gering, werden sich aber bessern, wenn wir zu einer präziseren Indikationsstellung kommen."

Ein wichtiger Teil der Behandlung von Halswirbelsäulenverletzten mit Querschnittslähmungen ist die Behandlung der Spätkomplikationen, der aufsteigenden Harnweginfektion und des Dekubitus. Die Blasenlähmung tritt zuerst als Retentio urinae auf. Im ersten Stadium ist Dauerkatheter erforderlich. Geht die Lähmung nicht zurück, so muss die Blase möglichst bald zu einer automatischen Regulation gebracht werden (GOLD). In den angelsächsischen Ländern wird statt Einführung eines Katheters die Expression der gefüllten Blase bevorzugt (RIECHERT). Einen grossen Fortschritt in der Behandlung der Blasenlähmung bildet die von MUNRO eingeführte Überflutungsdrainage. Hierbei wird ein geschlossenes System benützt, das mit dem Dauerkatheter verbunden ist. Bei einem bestimmten Füllungszustand wird eine automatische Entleerung der Blase gewährleistet, wenn der Blasendruck eine bestimmte Höhe überschritten hat. Diese Innendruckhöhe kann genau eingestellt werden. Man kann auch durch diese Apparatur antiseptische Spülflüssigkeit leiten.

Der Dekubitus ist teils durch den mechanischen Druck der Unterlage bedingt, teils durch die Vasomotorenlähmung. Je frühzeitiger der Dekubitus auftritt, desto vorsichtiger muss man in der Stellung der Prognose sein (SAEGESSER). Wird er schon einige Tage nach der Lähmung beobachtet, so ist er sicher trophisch bedingt. Zweckmässig für die Lagerung von Patienten mit Dekubitus ist das Gardnersche Luftbett, bei dem abwech-

selnd in Luftzellen mit einem Durchmesser von 3 cm automatisch Luft eingeblasen und herausgelassen wird (RIECHERT). BÖHLER lagert die Beine des Patienten auf eine Braunsche Schiene und übt durch Drahtextension einen Zug von 5 - 7 kg aus. Durch diesen Zug wird das Becken entlastet und der Druck dadurch geringer. Der Zug wirkt nicht auf die Wirbelsäule, da das untere Bettende dabei etwa 50 cm hoch gestellt wird. Diese Methode wird auch von SAEGESSER empfohlen.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Kopfsprüngen in zu seichtes Wasser können die verschiedensten Bucharten auftreten und zwar je nach Art des Springens: Hyperflexions-, Stauchungs-, Luxations-, Hyperextensions- und sagittale Längsfrakturen. Bei Hyperextensionsfrakturen und sagittalen Längsbrüchen war meistens ein Sprung aus grosser Höhe die Ursache, sonst immer Sprung vom Ufer aus. Die Gewalteinwirkung wirkt sich hauptsächlich auf den Teil der Wirbelsäule aus, der in seiner Beweglichkeit schon etwas eingeschränkt ist. Unter 36 Fällen waren 32, die einen Wirbelbruch im Bereich vom 4. - 6. Halswirbel aufwiesen. Am häufigsten war der 5. Halswirbel beteiligt (21 mal). Eine Mitbeteiligung des Halsmarkes zeigten 28 Fälle. Davon waren 18 vollständige Querschnittslähmungen mit tödlichem Ausgang nach einigen Tagen, Wochen oder Monaten. Bei 7 Fällen wurden keine neurologischen Ausfälle festgestellt. Die Rückenmarksverletzungsarten sind Kontinuitätsdurchtrennungen, Rückenmarkskontusionen, Oedeme, Hämatomyelien und Blutungen in die Rückenmarkshäute. Die Behandlungsmöglichkeiten beschränken sich auf Extension, eventuell Reposition, mit Glissonschlinge und Hals-Thoraxgips oder Massage. Es wurden noch einige Modifikationen der Glissonschlinge beschrieben. Die Laminektomie, die von einigen Autoren empfohlen wurde, konnte nur in einem Fall von totaler Querschnittslähmung eine Besserung herbeiführen (Fall von INCLAN). Zum Schluss wurden noch einige Behandlungsmöglichkeiten der Komplikationen von Querschnittslähmungen angeführt.

Der Halswirbelbruch bei Schwimmsportverletzungen ist also eine sehr ernste und in der letzten Zeit auch häufig auftretende Verletzung mit schwerwiegenden Folgen. Die Versorgung derartig Verletzter erfordert daher unbedingt eine Kenntnis der vorkommenden Verletzungsmöglichkeiten und ein entsprechendes Verhalten.

Herrn Privat-Dozent Dr. E. WEBER erlaube ich mir, für die Anregung zu dieser Arbeit und seine freundliche Beratung meinen besten Dank auszusprechen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Abele, W.: Verletzungen der Halswirbelsäule, Diss. Arbeit, München 1941. U 1942/5160

2. Anderson und Loughlen: A method of treating fracture dislocations of the cervial spine employing suboccipital skeletal traction. Ref. Z. org. Chir. 120/182 (1951).

3. Bassères: Referat im Jahresbericht über die Fortschritte der Chirurgie 7/1230 (1901)

4. Baumecker, H.: Traumatische Schädigungen der Halswirbelsäule und ihre Spätergebnisse. Münchn. med. Woschr. I/127 (1935)

5. Bing, R.: Lehrbuch der Nervenkrankheiten. Verlag Benno Schwabe & Co 1945

6. Blumensaat, C.: Sagittale Längsbrüche der Halswirbelkörper. Chirurg 1948, S. 52.

7. Böhler, J.: Sollen Wirbelbrüche nach Böhler reponiert werden? Chirurg 13/358 (1941)

8. Böhler, L.: Wirbelbrüche und Wirbelverrenkungen I - IV, Chirurg 1935

9. Böhler, L.: Arch. f. klin. Chir. Bd. 200/281 (1940)

10. Bourmer, H.: Zur Frage der Halsmarkschädigungen bei Hyperextensionsverletzungen. Lang. Arch. u. Dtsch. Z. f. Chir. 268/409 (1951)

11. Breitner, B.: Sportschäden und Sportverletzungen. Neue Deutsche Chirurgie Bd. 58, Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1953

12. Bürkle de la Camp: Funktionelle Wirbelbruchbehandlung oder Böhlersche Wirbelbruchaufrichtung? Arch. f. klin. Chir. 200/321 (1940)

13. Carruthers: erwähnt bei Marburg

14. Clark, W.: Fractures and dislocations of the cervical portion of the spine, with a review of 89 cases. Ref. Z. org. Chir. 103/565 (1941)

15. Costa und Perotti: Sulla genesi e sul significato della frattura degli archi associata alla frattura del soma vertebrale. Ref. Z. org. Chir. 121/348 (1952)

16. Crutchfield, W.G.: Ref. Z. org. Chir. 87/589 (1938)

17. Deuticke: Zur Behandlung von Wirbelverletzungen mit Querschnittsläsionen. Zbl. f. Chir. 1936, 11 - 16

18. Dörffel, E.: Halswirbelverletzungen bei Kopfsprung ins Wasser. Dtsch. Gesundheitswesen 9/29 - 33 (1954)

19. Döring: im Handbuch der speziellen path. Anatomie und Histologie. Verlag J. Springer, 13. Bd. III, 1955.

20. Exner, E.: Die Halswirbelsäule. Verlag G. Thieme, Stuttgart 1953

21. Faisst, O.: Beitrag zur Kenntnis der Halswirbelsäule. Brun's Beiträge zur Klin. Chir. Bd. 14/539 (1895)

22. Fervers, K.: Beitrag zur Entstehung von Halswirbelsäulenbrüchen durch Schwimmunfälle. Münchn. med. Woschr. 1933, I, 764.

23. Foerster, O.: Traumatische Rückenmarksläsion. Zbl. f. Chir. 38/313 (1911)

24. Freeman: erwähnt bei Riechert

25. Fulcher, O.H.: Improved apparatus for skeletal traction of the cervical spine. Ref. Z. org. Chir. 111/346 (1948)

26. Garré - Stich - Bauer: Lehrbuch der Chirurgie Verlag J. Springer 1949, s.S. 266

27. Gold, E.: Die Chirurgie der Wirbelsäule. Neue Deutsche Chirurgie, Bd. 54, Verlag Ferd. Enke 1933

28. Gruber, G.: Luxation des 5. Halswirbels. Deutsche Zeitschr. f.d.ges.gerichtl. Medizin Bd. 1, H. 2, S. 102 (1922)

29. Guleke, N.: Allgemeine und spezielle Operationslehre. Verlag J. Springer 1950, Bd. 2, S. 481

30. Harbitz, F.: Bruch der Wirbelsäule, namentlich durch indirekte Gewalt hervorgerufen im Cervicalteil an typischer Stelle. Dtsch. Z. f. Chir. 173/142 (1922)

31. Haumann, W.: Wirbelbrüche und ihre Endergebnisse. Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1930.

32. Hellner, H.: Halswirbelkörperfrakturen beim Schwimmen und bei gymnastischen Bodenübungen. Münch. med. Woschr. 81, S. 1615 (1934)

33. Henle, A.: Chirurgie der Wirbelsäule im Handbuch der praktischen Chirurgie, Verlag Ferd. Enke 1927

34. Homma, H.: Über die Mechanik der Atlasverletzungen beim Sturz auf den Kopf. Arch. f. klin. Chir. 1930, S. 15.

35. Inclan, A.: Rückenmarkskompression infolge Bruches der Halswirbelsäule. Ref. Z. bl. f. d. ges. Neurol. u. Psychatr. 78, 1936

36. Jaeger, F.: Unfall, Rückenmark und Nervenwurzeln. im Handbuch der Unfallheilkunde (Bürkle de la Camp) Verlag Ferd. Enke 1955.

37. Karitzky, B.: Grundsätze der Wirbelbruchbehandlung Arch. f. klin. Chir. 190/669-692, (1937)

38. Klingensmith, W.: Traction manipulation for injuries to the cervical spine. Ref. Z. org. Chir. 129/200 (1953).

39. Laesecke, M.: Über Halswirbelbrüche, Dtsch. Z. f. Chir. 236/329 (1932)

40. Leser, A. J. und Mayer, Ch.: Arch. f. klin. Chir. 190/523 (1937)

41. Lohfeldt, P.: Über einen seltenen Fall von Korpusfraktur des 4. Halswirbels. Fortschr. auf dem Gebiet d. Rö.-Strahlen, Bd. 18, S. 60 (1911)

42. Mackh, E.: Teilweise und vollständige Verrenkungen und Brüche der Halswirbelsäule und ihre Spätergebnisse. Dtsch. Z. f. Chir. 241/695 (1933)

43. Magnus, G.: Die Behandlung und Begutachtung von Wirbelbrüchen. Münchn. med. Woschr. I/527 (1929)

44. Marcuse, E.: Tödliche Schwimmsportverletzungen. Die medizin. Welt 1/205 (1927)

45. Marburg, O.: im Handbuch der Neurologie, Verlag J. Springer, Berlin (1936)

46. Matti, H.: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Verlag J. Springer, Berlin, S. 409.

47. Moreau, L.: Fracture de la cinquienne vertebre cervical chez un plongeur. Ref. Z. org. Chir. 13, 179 (1921)

48. Mülleder, A.: Über Kompressionsfrakturen der Wirbelkörper Dtsch. Z. f. Chir. 164/267 (1921)

49. Munro: erwähnt bei Riechert

50. Nordentoft, S.: Ein Fall mit Fractura vertebrae cervicalis 5 behandelt mit Laminektomie. Ref. Z. org. Chir. (1913) I/20

51. Oldberg, E.: The neurosurgical considerations of fracture of the spine. Ref. Z. org. Chir. 78/513, (1936)

52. Orsos, F.: Die Prädilektionsstellen der indirekten Verletzungen und der chron. traumatischen Erkrankungen der Halswirbelsäule. Ref. Z. bl. f. Chir. 39/777 (1912).

53. Pirker - Wunderlich: Chirurgisch-orthopädische Sportambulanz. Joh. Amb. Barth, Leipzig (1939).

54. Peters, G.: Rückenmarkskontusionen im Handbuch der speziellen path. Anatomie und Histologie. Verlag J. Springer, 13. Bd. III/126, (1955)

55. Perret, C.: Ref. Z. org. Chir. 38/28 (1927)

56. Ranzi und Vogl: Über Luxationen der Halswirbelsäule Arch. f. klin. Chir. 140/234 (1926)

57. Riechert, T.: in Chirurgische Operationslehre, Bier - Braun - Kümmel, Bd. II/785 Verlag Joh. Amb. Barth, Leipzig

58. Ruge, E.: Die Chirurgie der Wirbelsäule in: Die Chirurgie, eine zusammenfassende Darstellung der allgemeinen und speziellen Chirurgie. Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1948

59. Saar, F. von: Die Sportverletzungen in: Neue Deutsche Chirurgie, Bd. 13, S. 147 Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1914

60. Saegesser, M.: Spezielle chirurgische Therapie
Verlag H. Huber, Bern und Stuttgart 1955

61. Scheidt, R.: Zur Technik der Wirbelfrakturbehandlung
Langenb. Arch. u. Dtsch. Z.f. Chir. 268/200, (1951)

62. Schmieden, V.: Chirurgie der Wirbelsäule
Ref. Z. org. Chir. 50/80 (1930)

63. Schmieden, V.: Über die Versteifungsoperation nach Henle-Albee an der Halswirbelsäule.
Arch. f. klin. Chir. 170/89 (1932)

64. Schmorl - Junghanns: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik
Verlag G. Thieme, Stuttgart (1953)

65. Schneider und Kahn: The significance of the acute-flexion or "tear-drop" fracture-dislocation of the cervical spine. J. Bone Surg. 38 A, 985 - 997 (1956)

66. Stimpfl, A.: Zum Problem der sagittalen Längsbrüche der Halswirbelkörper. Chirurg S. 473 (1949)

67. Schönbauer, E.: Diskussionsbemerkung zum Vortrag E. Weber: "Über Brüche der Halswirbelsäule"
34. Tagung der Bayr. Chir. Vereinigung, München 1957

68. Straube, A.: Sollen Wirbelbrüche nach Böhler reponiert werden? Chirurg 12/453 (1940)

69. Sudeck, P.: Ein Fall von Beugungsluxation des 5. Halswirbels.
Fortschr. auf d. Gebiet d. Rö.-Strahlen, Bd. 20 S. 34 (1913)

70. Valach, J.: Ursachen der indirekten Wirbelbrüche (tschechisch) Ref. Z. org. Chir. (1933) S. 61

71. Wachs, E.: Sollen Wirbelbrüche nach Böhler reponiert werden? Chirurg 19/688 (1938)

72. Weber, E.: Zur medico-mechanischen Behandlung der cervikalen Syndrome.

73. Wituschinski, J.: Fall von Fraktur des Bogens des 5. Halswirbels mit Rückenmarksverletzung. Ref. Z. org. f. Chir. 16/396

74. Zell, W.: Halswirbelfrakturen aus der chirurgischen Klinik des Eppendorfer Krankenhauses zu Hamburg. Diss. Arbeit, Hamburg 1934, U 1935/7679.

75. Zorn, L.: Drahtextension am Schädel bei Halswirbelverletzungen. Chirurg 23/106 (1952)

Nachtrag:

76. Ewald, G.: Neurologie und Psychiatrie Verlag Urban & Schwarzenberg, München - Berlin (1954)

77. Davis: erwähnt bei Gold.

LEBENSLAUF

Am 17.12.1932 wurde ich als Sohn des Regierungsrates Dr. Karl A. Hauser und seiner Ehefrau Maria, geb. Zolles, in München geboren. 1939 kam ich in die Volksschule in Gauting, von der ich 1943 in das humanistische Gymnasium München-Pasing übertrat. Ab 1950 besuchte ich das Theresiengymnasium in München und legte dort 1952 das Abitur ab. Im Wintersemester 1952 begann ich mit dem Studium der Medizin in München, wo ich auch im Frühjahr 1955 die ärztliche Vorprüfung bestand. Nach 6 klinischen Semestern in München unterzog ich mich der ärztlichen Prüfung.

Autoren	Bruchart, Wirbelhöhe	Neurologische Ausfälle	Verlauf
1. Abele, W. 1942	Stauchung, Splitterbruch des 5. HW	totale Querschnittslähmung, nur kurzdauernd.	Extension, Flachbett, völlig geheilt
2. Bassères 1901	Stauchung, Hyperextension, Splitterbruch des 5. HW.	totale Querschnittslähmung	Tod
3. Blumensaat 1948	Stauchung bei seitlicher Drehung, sagitt. Längsbruch d. 5. HW.	totale Querschnittslähmung	Laminektomie, Tod.
4. Dörffel 1954 Fall 1	Stauchung bei seitl. Drehung sagitt. Längsbruch des 5. HW.	totale, kurzdauernde (20 Minuten) Querschnittslähmung	Extension 8 Wochen lang, fast völlige Heilung
5. Dörffel 1954 Fall 2	Stauchung bei seitl. Drehung sagitt. Längsbruch des 5. HW.	schlaffe kurzdauernde (10 Minuten) Lähmung	Extension, völlige Heilung
6. Dörffel 1954 Fall 3	Hyperflexion und Luxation mit Gelenkfortsatzbr. des 5. und 6. HW.	---------	vergebliche Reposition 1/2 Jahr später.
7. Exner 1953	Stauchung, Kompressionsbruch des 5. und 6. HW. Bogenbruch des 5. HW.	Querschnittslähmung ab C 4.	Lähmung bleibt bestehen, Tod an Pneumonie nach 4 Wochen
8. Fervers 1933	Stauchung und Hyperextension, Splitterbruch des 5. HWK.	Querschnittslähmung	Tod nach 24 Stunden
9. Foerster, O. 1911	Bogenbruch am 7. HW.	teilweise Lähmungen: Beine, Finger und Daumen	Tod
10. Gruber 1922	Luxation des 5. HW.	Querschnittslähmung	Tod nach 7 Wochen
11. Hellner 1934 Fall 1	Stauchung, leichter Kompressionsbruch des 6. HWK.	keine Lähmungen	Extension 4 Wochen lang, völlige Heilung, Massage.
12. Hellner 1934 Fall 2	Hyperflexion, Kompressionsbruch des 4. HWK.	kurzdauernde, geringe Lähmung des rechten Armes.	Extension 3 Wochen, Massage, völlige Heilung.
13. Hellner 1934 Fall 3	Stauchung, der 6. HWK ist rechts verschmälert	keine Lähmung	Extension 3 Wochen, ab 3. Tag Massage, Heilung
14. Hellner 1934 Fall 4	Stauchung, Bruch des 4. HWK	keine Lähmung	Extension 3 Wochen lang, Massage
15. Ikawitz 1914	Wahrscheinlich Hyperextension Luxation des 6. HW und 3. HW.	keine Lähmungen	völlige Heilung
16. Inclan 1936	unbekannt	kurzdauernde Tetraplegie, Zurückbleiben einzelner Lähmungen	Laminektomie, nach 1 Jahr fast völlige Heilung.
17. Laesecke 1932 Fall 1	Stauchung mit Hyperextension Fraktur des 4. und 5. HWK.	teilweise Lähmung des rechten Armes	Extension 5 Wochen lang, faradische Behandlung, Heilung
18. Laesecke 1932 Fall 2	Stauchung, Kompressionsfraktur des 5. HWK.	Sensibilitätsstörung, linkes Bein gelähmt, Priapismus	Extension, Besserung, doppelseitiger Horner.
19. Leser 1937	Stauchung, Kompressionsfraktur des 7. HWK.	totale Querschnittslähmung	Extension, am 14. Tag Laminektomie, 4 Wochen später Tod
20. Lohfeldt 1911	Hyperflexion, Fraktur des 4. HW	Sensibilitätsstörung, Parese beider Arme	völlige Heilung nach 3 Wochen, Therapie nicht bekannt
21. Marcuse 1927 Fall 1	Deformierung des 6. HW, Luxation zwischen 3. und 4. HW.	Parese beider Beine, mot. Kraft in den Armen herabgesetzt	konservativ, Tod an Atemlähmung.
22. Marcuse 1927 Fall 2	Luxationsfraktur des 3. und 4. HW.	totale Querschnittslähmung	Tod am nächsten Tag
23. Moreau 1921	Stauchung, Bruch des 5. HW und des hinteren Bogens	totale Querschnittslähmung	Tod nach einigen Tagen
24. Nordentoft 1913	Stauchung bei seitlicher Drehung sagitt. Längsbruch des 5. HWK	Querschnittslähmung	Laminektomie, Tod nach 1 Jahr
25. Sudeck 1913	Hyperflexion, Luxation zwischen 5. und 6. HWK	keine neurologischen Ausfälle, Wurzelschmerzen	Extension
26. Wituschinski	Stauchung mit Abbruch des Bogens vom 5. HWK	totale Querschnittslähmung	Tod nach 2 Tagen
27. Zell 1934 Fall 1	Fraktur des 2. und 3. HW	totale Querschnittslähmung	Tod bei Vasomotorenlähmung
28. Zell 1934 Fall 2	Fraktur des 5. und 6. HWK	totale Querschnittslähmung	Laminektomie, Tod am 2. Tag
Eigene Fälle 29. Bo. K. Kg. Nr. 286/53	Hyperflexion, Kompressionsbruch des 5. und 6. HWK	Querschnittslähmung	Lagerung nach Magnus, Tod nach 10 Monaten an Sepsis
30. Br. K. Kg. Nr. 3B/621/56	Hyperflexion und -extension, fragl. Gelenkfortsatzbr. am 6. HWK	keine neurologischen Ausfälle	völlige Heilung, 3 Wochen Extension, Gymnastik
31. Ha. H. Kg. Nr. 3B/709/55	Hyperflexion, Kompressionsbruch des 5. HWK und Luxation des 4. HWK	Querschnittslähmung	Extension und Reposition, Tod am 3. Tag
32. Pr. A. Gutachten vom 10.3.54	Fraktur im Bereich des 3. - 5. HW	Querschnittslähmung mit geringer Beweglichkeit der Arme	Tod am nächsten Tag
33. St. R. ambulant	Stauchung, Kompressionsbruch des 6. HWK	inkompletter Querschnitt ab C 6	Extension, Massage, Gipsbett, Fortbestehen der Lähmung
34. We. W. Kg. Nr. 3 B/536/55	Stauchung und Hyperextension, Luxation zwischen C 3 und 4	geringe Paraesthesien im rechten Arm	Extension 4 Wochen lang, Thoraxgips, völlige Heilung
35. Wu. H. Hb. Nr. MT 1469/57	Hyperflexion, Kompressionsbruch des 5. HWK	keine neurologischen Erscheinungen	Extension (einige Tage), Thoraxgips, Heilung
36. Zi. R. Kg. Nr. 3 C/452/57	Hyperflexion, Kompressionsbruch des 6. HWK und sagitt. Längsbruch des 5. HWK	totale Querschnittslähmung	Tod eine Woche später